



Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales

Proyecto "Mina de Cobre Panamá"

Preparado para Minera Panamá, S.A.



Enero, 2013

Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Enero, 2013

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA - AA-003-2012	Venicia Cerrud	Leyson Guillén	Ceferino Villamil

Índice

1.1. Introducción...4
1.2. Objetivo general 5
1.3. Objetivos específicos...5
1.4. Aspecto metodológico..5
1.4.1. Procedimiento para la toma de las muestras..6
1.5. Sitios de muestreo...6
1.6. Resultados..7
1.7. Discusión 24
1.8. Conclusiones...30
1.9. Recomendaciones 31
1.10. Bibliografía...31
Anexos...33
Anexo 1.1 Imágenes de la toma de muestras de agua superficial 34

1.1. Introducción

La calidad del agua es afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial, la producción agrícola, el tratamiento a la que es sometida antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua y a la cantidad misma de agua presente en los ríos y lagos; ya que de ésta depende su capacidad de purificación. Calidad del agua, es un término ampliamente usado; sin embargo, la cuantificación científica resulta bastante importante y es una estrategia fundamental para el manejo (adecuado) de los recursos hídricos (Hakanson et al. 2000).

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y Social del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", se presentó a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), el 10 de Septiembre de 2010 y se admitió en la fase de evaluación y análisis el 17 de Septiembre de 2010. Posterior al cumplimiento de las formalidades y requisitos legales que establece la legislación panameña, la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), aprobó mediante la Resolución DIEORA IA 1210-2011 del 28 de diciembre de 2011 el estudio, su consecuente viabilidad ambiental y social.

El presente documento constituye el Tercer Informe del Monitoreo de Calidad de Agua realizado en ocho puntos de muestreo (siete puntos de agua dulce y un punto de agua salada). Estos sitios de muestreo se ubican en tres quebradas sin nombre (P2, P4, PIT-BOTIJA) y en el Río Botija (CACO1), los cuales se sitúan dentro del área de influencia directa de los trabajos de construcción de los Campamentos 500 y 600, Pit Botija y la Cantera Camino Corto. Además, en el área de Punta Rincón, se efectuaron muestreos en la Poza de sedimentación 6 (PR-PZ6), Poza de sedimentación 7 (PR-PZ7) y Poza de sedimentación 8 (PR-PZ8), y una muestra de agua de mar (PR-M1) a 200 m aproximadamente del Módulo Flotante o "Combifloat".

Se consideró como referencia de cumplimiento, los valores establecidos para aguas naturales contenidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo, mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales en la República de Panamá.

1.2. Objetivo general

Evaluar la calidad de las aguas superficiales de los ríos, quebradas y área costera aledaña al Proyecto *“Mina de Cobre Panamá*.”

1.3. Objetivos específicos

- Tomar muestras de agua superficial en el área de influencia del Proyecto.
- Caracterizar las muestras tomadas.
- Comparar los resultados de los monitoreos con los valores establecidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo, mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales en la República de Panamá.

1.4. Aspecto metodológico

Los muestreos fueron efectuados por personal del Laboratorio Inspectorate Panamá, S.A., bajo la supervisión del personal del Departamento de Ambiente de Minera Panamá S.A. y de la empresa Corporación de Desarrollo Ambiental, el día 31 de enero de 2013.

La toma de muestras se realizó en función de las especificaciones establecidas en la Resolución 596 del 12 de noviembre de 1999, promulgada por el Ministerio de Comercio e Industrias, mediante la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI[1]-COPANIT[2] 21-393-99. AGUA. Calidad de Agua. Toma de Muestras.

El registro de Imágenes de este muestreo se adjunta en el Anexo 1.1.

El análisis de las muestras lo realizó el Laboratorio Inspectorate Panamá, S.A. de acuerdo al *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, edición 21 del 2005 y EPA[3]-8015-B.

---

[1] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[2] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.
[3] EPA: Environmental Protection Agency.

1.4.1. Procedimiento para la toma de las muestras

- Lavar los envases con el agua de la quebrada donde se tomará la muestra, antes de recogerla.
- Tomar muestras simples en el centro de la corriente, o en un punto representativo del cuerpo de agua superficial.
- Recoger las muestras en envases de boca ancha, con capacidad de 1 litro, de material de vidrio o plástico, según el tipo de análisis requerido.
- Introducir los envases con la boca hacia la corriente y lejos de la mano de quien toma la muestra.
- Etiquetar y rotular los envases debidamente, para cada una de las muestras.
- Preservar las muestras según el tipo de análisis requerido.
- Colocar las muestras en hielo a una temperatura de 4º C.
- Llenar la cadena de custodia.
- Llevar las muestras al laboratorio para sus respectivos análisis físico-químicos y biológicos, cumpliendo con la cadena de custodia.
- Interpretar los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos.

1.5. Sitios de muestreo

El establecimiento de los puntos de muestreo se basa principalmente en el avance del Proyecto, ubicación de las áreas afectadas por los trabajos y su cercanía a los cuerpos de agua superficiales. Por esta razón, se tomaron en cuenta los Puntos P2 y P4 (Incluidos en el Proyecto Campamento Temporal de Minera Panamá, S.A. (Proyecto Cobre), ya que están influenciados por la construcción de los Campamentos 500 y 600, y los Puntos PIT-BOTIJA y CACO1, los cuales reciben las aguas provenientes de las zonas de trabajo de la construcción del Pit Botija y de la Cantera Camino Corto.

Los Puntos PR-PZ6, PR-PZ7 y PR-PZ8 se establecieron en las pozas de sedimentación ubicadas en la desembocadura de tres quebradas sin nombre en el área de Punta Rincón, donde se realizan trabajos de movimiento de tierra y nivelación de terreno. El punto de muestreo de

agua de mar (PR-M1) se estableció con la finalidad de conocer la calidad de las aguas cercanas a los trabajos en el Módulo Flotante o "Combifloat".

Los ocho (8) puntos de muestreo se presentan en la Tabla 1.1 con sus respectivas coordenadas.

Tabla 1.1. Ubicación de los sitios de muestreo

Sitio	Coordenadas
P2	0537548 E; 0975943 N
P4	0531890 E; 0975900 N
PIT-BOTIJA	0539257 E; 0977542 N
CACO1	0538351 E; 0976701 N
PR-PZ6	0533439 E; 0995712 N
PR-PZ7	0533370 E; 0995712 N
PR-PZ8	0533334 E; 0995644 N
Punto de Muestreo de agua de mar	
PR-M1	0533237 E; 0996173 N

Fuente: CODESA, 2013.

1.6. Resultados

En las Tablas 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 y 1.9 se presentan los resultados obtenidos de las muestras colectadas para cada uno de los puntos de muestreo, de acuerdo a los análisis de laboratorio que se adjuntan en el Anexo 1.2.

Tabla 1.2. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo P2

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	1er Informe	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	6.98	6.58	7.24	8.02	**6.5-8.5**
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	7.25	8.20	7,12	**>6**
Turbiedad	NTU	14.10	6.42	180.7	21,54	**<100 (época lluviosa) <50 (época seca)**
Temperatura	ΔT ºC	26.1	25.0	24.7	25,2	**± 2**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<2	11	20	**<3**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	-	3	780	920	**<250**
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	-	0.12	3.20	<0,01	**<10**
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	<0.05	<0.05	< 0.05	**<0.7 (época lluviosa), <0.12 (época seca)**
Arsénico	μg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<5**
Cadmio Total	μg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<1**
Cromo Total	μg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<50**
Mercurio Total	μg/ L	-	<1	<0.001	<0.01	**<0.2**
Plomo Total	μg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<5**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	75	4.03	32.3	74.2	**<500**
Aceites y Grasas	mg/L	<1	<2	<2	<2	**<10**
Detergentes	mg/L	-	0.22	<0.10	0.60	**<0,5**
Clorofila a	μg/L	-	<1	<0.001	<1	**<20**

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	1er Informe	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Nitritos	mg/ L	-	0.028	0.045	0.044	**<1.0**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	<0.05	<0.05	<0.05	**<1,0**
Cloruros	mg/L	-	7.84	8.56	7.9	**<250**
Sulfatos	mg/ L	-	8.40	15.04	1.14	**<250**
Sulfuros	mg/L	-	<0.05	<0.05	<0.05	**<0,002**
Aluminio	µg/ L	-	0.025	612	340	**<100**
Boro	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<500**
Cianuro	µg/ L	-	<5	<5	<5	**<5**
Cloro Residual	µg/ L	-	<10	<10	<10	**<10**
Cobre	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<10**
Flúor Total	µg/ L	-	<10	<10	<10	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	-	360	60500	340	**<300**
Níquel	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<5**
Zinc Total	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<180**

1.- Contenida en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Campamento Temporal de Minera Panamá, S.A. (Proyecto Cobre)", aprobado por ANAM mediante Resolución DINEORA IA 760-2007.

2.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 1.3. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo P4

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	1er Informe	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	7.41	7.37	7.40	7,62	**6.5-8.5**
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	8.10	8.88	6,90	**>6**
Turbiedad	NTU	1.04	32.02	440	3,86	**<100 (época lluviosa)** **<50 (época seca)**
Temperatura	ΔT ºC	24.6	-	-	23,5	**± 2**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<1	3	2	20	**<3**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	-	620	2400	2200	**<250**
Nitratos	N-NO_3 mg/L	0.08	0.67	3.30	<0.01	**<10**
Fósforo	P-PO_4 mg/L	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	**<0.7 (época lluviosa), <0.12 (época seca)**
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<0.1	<1	**<5**
Cadmio Total	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<1**
Cromo Total	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<50**
Mercurio Total	µg/ L	<1	<1	<0.001	<0.01	**<0.2**
Plomo Total	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<5**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	198	44.7	22.8	32,7	**<500**
Aceites y Grasas	mg/L	-	<2	<2	<2	**<10**
Detergentes	mg/L	-	0.36	<0.10	0.07	**<0,5**
Clorofila a	µg/L	-	<1	<1	<1	**<20**

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	1er Informe	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Nitritos	mg/ L	-	0.04	0.069	0.029	**<1.0**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	<0.05	<0.05	<0.05	**<1,0**
Cloruros	mg/L	-	9.31	8.21	6,0	**<250**
Sulfatos	mg/ L	-	3.40	12.99	4.65	**<250**
Sulfuros	mg/L	-	<0.1	<0.1	<0.05	**<0,002**
Aluminio	µg/ L	-	60	605	120	**<100**
Boro	µg/ L	-	<1	<0.1	<1	**<500**
Cianuro	µg/ L	-	<10	<5	<5	**<5**
Cloro Residual	µg/ L	-	<10	<10	<10	**<10**
Cobre	µg/ L	-	<1	<1	<1	**<10**
Flúor Total	µg/ L	-	<10	<10	<10	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	-	780	4.58	50	**<300**
Níquel	µg/ L	-	<1	<0.001	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	-	<1	<0.001	<1	**<5**
Zinc Total	µg/ L	<100	<1	<0.1	<1	**<180**

1.- Se ha considerado como línea base, los valores obtenidos de los análisis presentados en el primer informe de calidad de aguas presentado a la ANAM.

2.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 1.4. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PIT-BOTIJA

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7.80	8,33	**6.5-8.5**
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.13	7,89	**>6**
Turbiedad	NTU	3.44	31,01	**<100 (época lluviosa) <50 (época seca)**
Temperatura	ΔT ºC	25.5	24,1	**± 2**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	20	**<3**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	13000	2200	**<250**
Nitratos	N-NO_3 mg/L	<0.01	<0.01	**<10**
Fósforo	P-PO_4 mg/L	<0.05	0.04	**<0.7 (época lluviosa), <0.12 (época seca)**
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	**<1**
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	**<50**
Mercurio Total	µg/ L	<0.01	<0.01	**<0.2**
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	43.5	106	**<500**
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	**<10**
Detergentes	mg/L	<0.10	0.09	**<0,5**
Clorofila a	µg/L	<1	<1	**<20**

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Nitritos	mg/ L	0.021	0.034	**<1.0**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.05	<0.05	**<1,0**
Cloruros	mg/L	9	8.3	**<250**
Sulfatos	mg/ L	4,30	4,12	**<250**
Sulfuros	mg/L	<0.05	<0.05	**<0,002**
Aluminio	µg/ L	180	300	**<100**
Boro	µg/ L	<1	<1	**<500**
Cianuro	µg/ L	<5	<5	**<5**
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	**<10**
Cobre	µg/ L	<1	<1	**<10**
Flúor Total	µg/ L	<10	<10	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	30	470	**<300**
Níquel	µg/ L	<1	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	**<180**

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 1.5. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo CACO1

Parámetro	**Unidades**	**2do Informe**	**3er Informe**	**Anteproyecto Clase 1-C**[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7.49	7,90	**6.5-8.5**
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.26	7,34	**>6**
Turbiedad	NTU	19.40	16,17	**<100 (época lluviosa)** **<50 (época seca)**
Temperatura	ΔT ºC	26.1	24,0	**± 2**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	3	24	**<3**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	4700	860	**<250**
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0.01	<0.01	**<10**
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0.05	0.03	**<0.7 (época lluviosa), <0.12 (época seca)**
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	**<1**
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	**<50**
Mercurio Total	µg/ L	<0.01	<0.01	**<0.2**
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	19.0	43.5	**<500**
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	**<10**
Detergentes	mg/L	<0.10	<0.10	**<0,5**
Clorofila a	µg/L	<1	<1	**<20**

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Nitritos	mg/ L	0.024	0.037	**<1.0**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.05	<0.05	**<1,0**
Cloruros	mg/L	8.0	6.4	**<250**
Sulfatos	mg/ L	8.16	4.56	**<250**
Sulfuros	mg/L	<0.05	<0.05	**<0,002**
Aluminio	µg/ L	609	260	**<100**
Boro	µg/ L	<1	<1	**<500**
Cianuro	µg/ L	<5	<5	**<5**
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	**<10**
Cobre	µg/ L	<1	<1	**<10**
Flúor Total	µg/ L	<10	<10	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	1060	460	**<300**
Níquel	µg/ L	<1	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	**<180**

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 1.6. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-PZ6

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7.75	6.62	**6.5-8.5**
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.48	7.30	**>6**
Turbiedad	NTU	5.43	9.95	**<100 (época lluviosa) <50 (época seca)**
Temperatura	ΔT ºC	28.9	26.1	**± 2**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	4	18	**<3**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	5600	590	**<250**
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0.01	<0.01	**<10**
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0.05	<0.05	**<0.7 (época lluviosa), <0.12 (época seca)**
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	**<1**
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	**<50**
Mercurio Total	µg/ L	<0.01	<0.01	**<0.2**
Plomo Totales	µg/ L	<1	<1	**<5**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3090	42.5	**<500**
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	**<10**
Detergentes	mg/L	<0.10	<0.01	**<0,5**
Clorofila a	µg/L	<1	<1	**<20**

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Nitritos	mg/ L	0.027	0.041	**<1.0**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.05	<0.05	**<1,0**
Cloruros	mg/L	1300	14.9	**<250**
Sulfatos	mg/ L	228.48	8.07	**<250**
Sulfuros	mg/L	<0.05	<0.05	**<0,002**
Aluminio	µg/ L	1030	390	**<100**
Boro	µg/ L	<1	<1	**<500**
Cianuro	µg/ L	<5	<5	**<5**
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	**<10**
Cobre	µg/ L	<1	<1	**<10**
Flúor Total	µg/ L	<10	<10	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	2010	1010	**<300**
Níquel	µg/ L	<1	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	**<180**

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 1.7. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-PZ7

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7.53	6.90	**6.5-8.5**
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.30	8.59	**>6**
Turbiedad	NTU	5.26	11.03	**<100 (época lluviosa) <50 (época seca)**
Temperatura	ΔT ºC	27.9	26.6	**± 2**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	5	36	**<3**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	620	330	**<250**
Nitratos	N-NO_3 mg/L	<0.01	<0.01	**<10**
Fósforo	P-PO_4 mg/L	<0.05	<0.05	**<0.7 (época lluviosa), <0.12 (época seca)**
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	**<1**
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	**<50**
Mercurio Total	µg/ L	<0.01	<0.01	**<0.2**
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	39.5	31.6	**<500**
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	**<10**
Detergentes	mg/L	<0.10	<0.10	**<0,5**
Clorofila a	µg/L	<1	<1	**<20**

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Nitritos	mg/ L	0.029	0.028	**<1.0**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.05	<0.05	**<1,0**
Cloruros	mg/L	20.0	20.1	**<250**
Sulfatos	mg/ L	12.09	10.88	**<250**
Sulfuros	mg/L	<0.05	<0.05	**<0,002**
Aluminio	µg/ L	290	350	**<100**
Boro	µg/ L	<1	<1	**<500**
Cianuro	µg/ L	<5	<5	**<5**
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	**<10**
Cobre	µg/ L	<1	<1	**<10**
Flúor Total	µg/ L	<10	<10	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	2010	1160	**<300**
Níquel	µg/ L	<1	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	**<180**

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 1.8. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-PZ8

Parámetro	**Unidades**	**2do Informe**	**3er Informe**	**Anteproyecto Clase 1-C[1]**
Potencial de Hidrógeno	pH	7.41	6.62	**6.5-8.5**
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.24	7.30	**>6**
Turbiedad	NTU	5.86	4.61	**<100 (época lluviosa)** **<50 (época seca)**
Temperatura	ΔT ºC	29.4	27.0	**± 2**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	2	20	**<3**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	820	2200	**<250**
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0.01	0.029	**<10**
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0.05	<0.05	**<0.7 (época lluviosa), <0.12 (época seca)**
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	**<1**
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	**<50**
Mercurio Total	µg/ L	<0.01	<0.01	**<0.2**
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	61.7	42.5	**<500**
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	**<10**
Detergentes	mg/L	<0.10	0.07	**<0,5**
Clorofila a	µg/L	<1	<1	**<20**

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Nitritos	mg/ L	0.027	0.029	**<1.0**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.05	<0.05	**<1,0**
Cloruros	mg/L	37.0	6.0	**<250**
Sulfatos	mg/ L	10.29	17.81	**<250**
Sulfuros	mg/L	<0.05	<0.05	**<0,002**
Aluminio	µg/ L	210	190	**<100**
Boro	µg/ L	<1	<1	**<500**
Cianuro	µg/ L	<5	<5	**<5**
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	**<10**
Cobre	µg/ L	<1	<1	**<10**
Flúor Total	µg/ L	<10	1180	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	980	370	**<300**
Níquel	µg/ L	<1	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	**<180**

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 1.9. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-M1 (Agua de Mar)

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-M[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	8.29	7.39	**6.5-9**
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.44	7.30	**>5**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<2	**<2**
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<1	42	**<50**
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0.25	1.42	**<0.40**
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0.05	<0.01	**<0.12**
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	**<50**
Mercurio Total	µg/ L	<0.001	<0.01	**<0.2**
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	**<5**
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	**<0.5**
Detergentes	mg/L	<0.10	<0.01	**<0,2**
Nitritos	mg/ L	0.023	0.031	**<0.07**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.05	<0.05	**<0.40**
Aluminio	µg/ L	90	410	**<100**
Cianuro	µg/ L	<5	<5	**<1**
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	**<10**

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	Anteproyecto Clase 1-M[1]
Cobre	µg/ L	<1	<1	**<5**
Flúor Total	µg/ L	1030	<10	**<750**
Hierro Disuelto	µg/ L	<1	250	**<300**
Níquel	µg/ L	10	<1	**<25**
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	**<10**
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	**<90**
Hidrocarburos Totales	µg/ L	<50	<50	**<50**
Enterococos	UFC/ 100ml	<1	4.2	**<50**

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1M) en la República de Panamá.

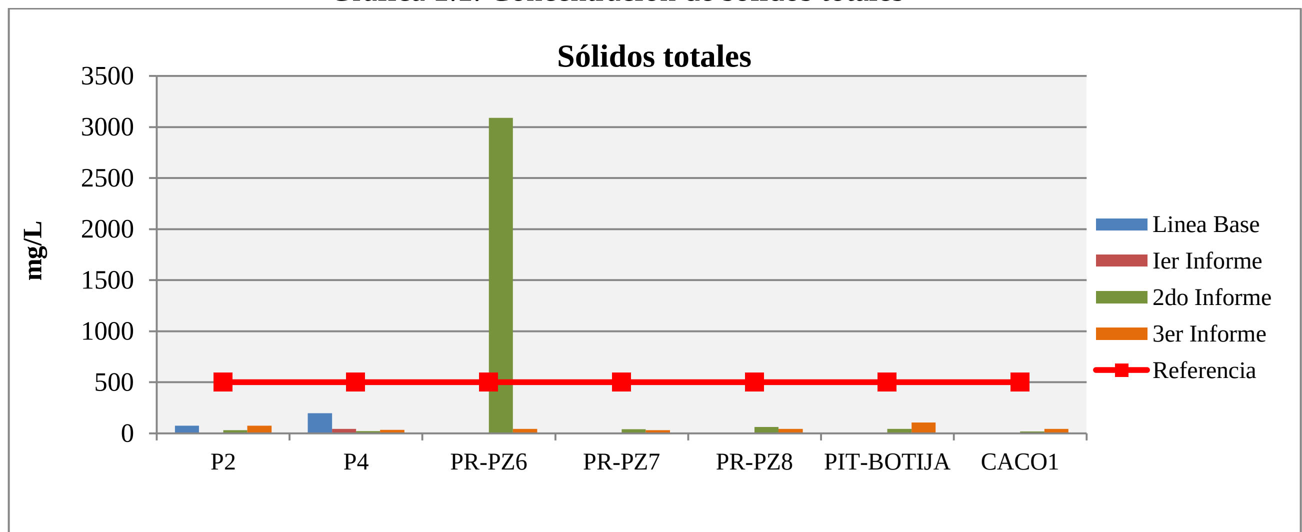
1.7. Discusión

Los resultados obtenidos en las ocho muestras, son analizados y comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el Anteproyecto de referencia. Los puntos de muestreo (PIT-BOTIJA, CACO1, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-M1) fueron establecidos de acuerdo al avance de los trabajos en el Proyecto, por tanto no se cuenta con datos de línea base.

1.7.1. Puntos de muestreo de agua dulce (P2, P4, PIT-BOTIJA, CACO1, PR-PZ6, PR-PZ7 y PR-PZ8)

En la Gráfica 1.1, se observa que los niveles de sólidos totales disueltos en las siete muestras tomadas se encuentran por debajo del límite máximo permisible que establece el Anteproyecto de referencia. Es importante señalar la diminución de éste parámetro en el Punto PR-PZ6 con respecto al informe anterior. Estos valores son el resultado de las técnicas de bioingeniería que desarrolla MPSA para el control de las superficies expuestas, como el uso de hidrosiembras y biomantas para el control de la erosión y trampas con geotextil y dispersores de energía para el control de la sedimentación (Ver Imágenes del muestreo en el Anexo 1.1).

Gráfica 1.1. Concentración de sólidos totales

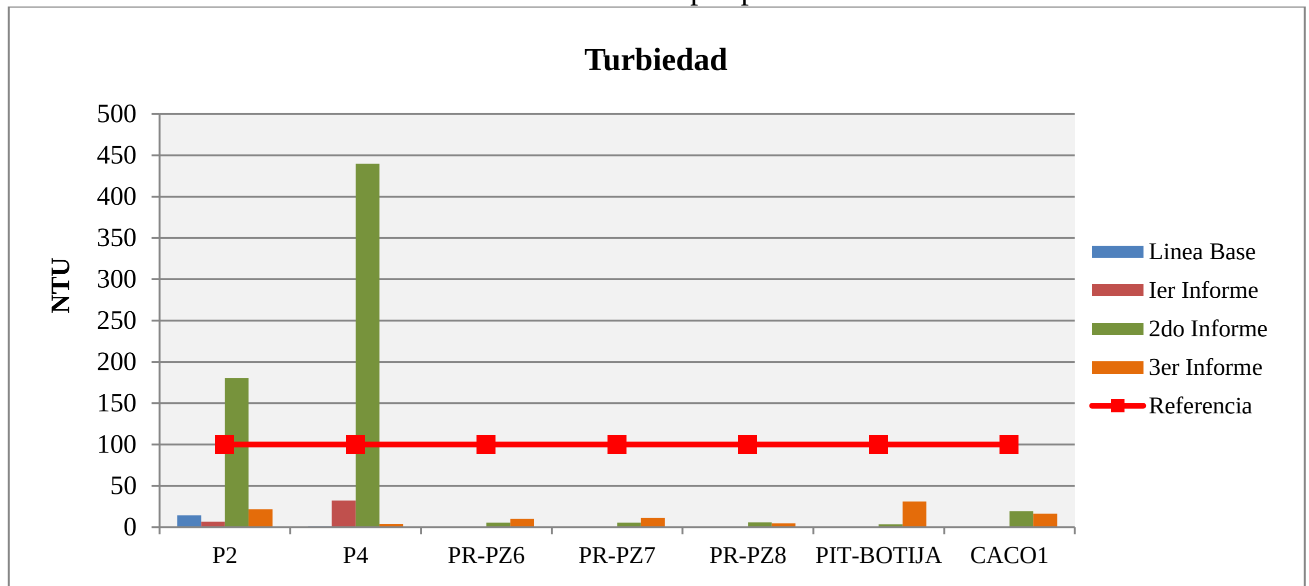


Fuente: CODESA, 2013.

El parámetro turbiedad (Gráfica 1.2) muestra concentraciones que se encuentran por debajo del límite máximo que establece el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo. Las muestras P2 y P4 se observa una

disminución con respectos a los valores en el Informe anterior. Estos bajos niveles de turbiedad se deben a las técnicas que se desarrolla MPSA para la conservación de suelo.

Gráfica 1.2. Valores de turbiedad por punto de muestreo

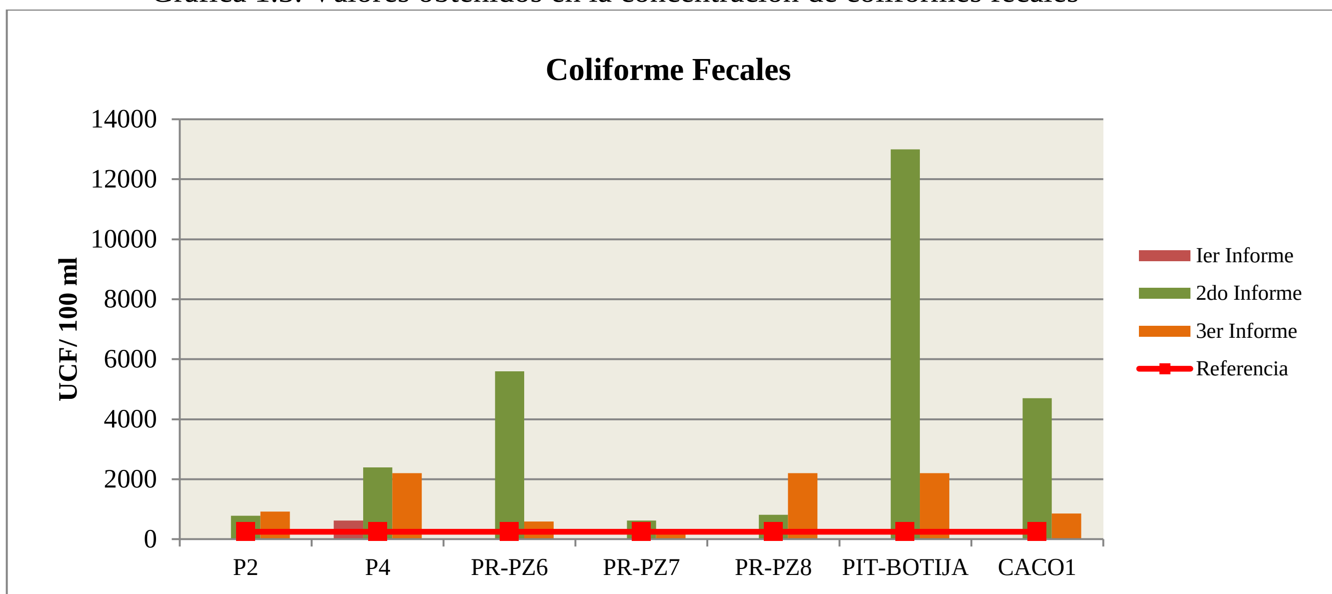


Fuente: CODESA, 2013.

Las concentraciones de coliformes fecales en los siete puntos de muestreo se encuentran por encima de los límites máximos persmsibles que establece el Anteproyecto de referencia para calidad de aguas naturales (Ver Gráfica 1.3); los valores de los Puntos P2, P4, PIT-BOTIJA y CACO1, pueden verse alterados por las constantes lluvias en el área del Proyecto, que trae el arrastre de materia orgánica y fecal (producido por la fauna del lugar) hacia los cuerpos de agua (Ver Imágenes del muestreo en el Anexo 1.1).

Las elevadas concentraciones de coliformes fecales en los Puntos PR-PZ6, PR-PZ7 y PR-PZ8, se debe a las variables físicas que presentan los cuerpos de agua, ya que se construyeron en la desembocadura de quebradas a las cuales se le han construido pozas en su cauce, para disminuir el arrastre de sedimentos hacia el mar. Estas condiciones favorecen el desarrollo de coliformes fecales y otras bacterias en el agua de flujo lento.

Gráfica 1.3. Valores obtenidos en la concentración de coliformes fecales

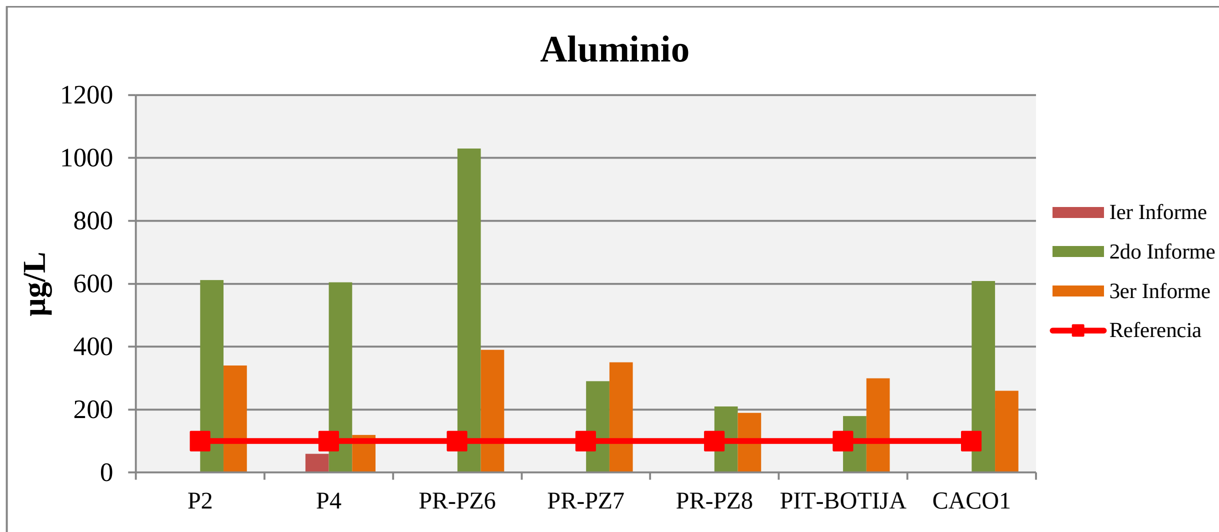


Fuente: CODESA, 2013.

Los niveles de metales pesados tóxicos (*zinc*, *arsénico*, *cadmio*, *níquel y plomo*) en todos los puntos de monitoreos se encuentran por debajo de los límites máximos permisible establecido en la norma de referencia (Ver Tablas 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 y 1.8).

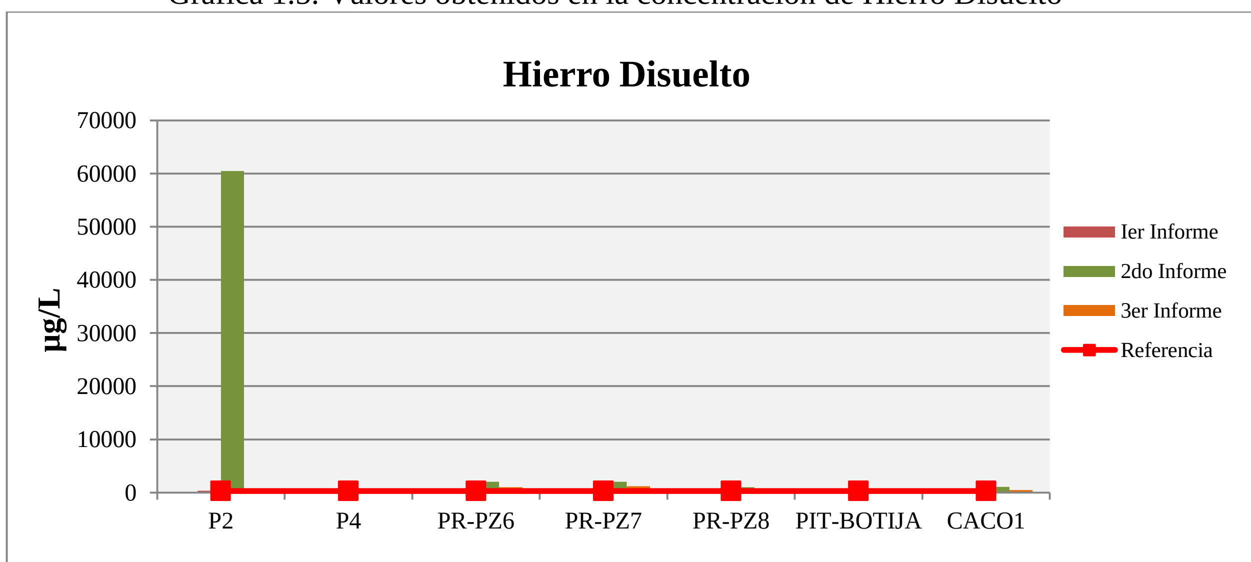
Las concentraciones de Aluminio (Al) y Hierro Disuelto (Fe) (Ver Gráfica 1.4. y 1.5.), en los puntos de muestreo de agua dulce, se encuentran por encima del límite máximo permisible que establece la normativa de referencia; esto puede atribuirse a la escorrentía que trae al arrastre de materia orgánica en descomposición y sedimentos. Hay que destacar, que éstos elementos forman parte de la geología de la región.

Gráfica 1.4. Valores obtenidos en la concentración de Aluminio



Fuente: CODESA, 2013.

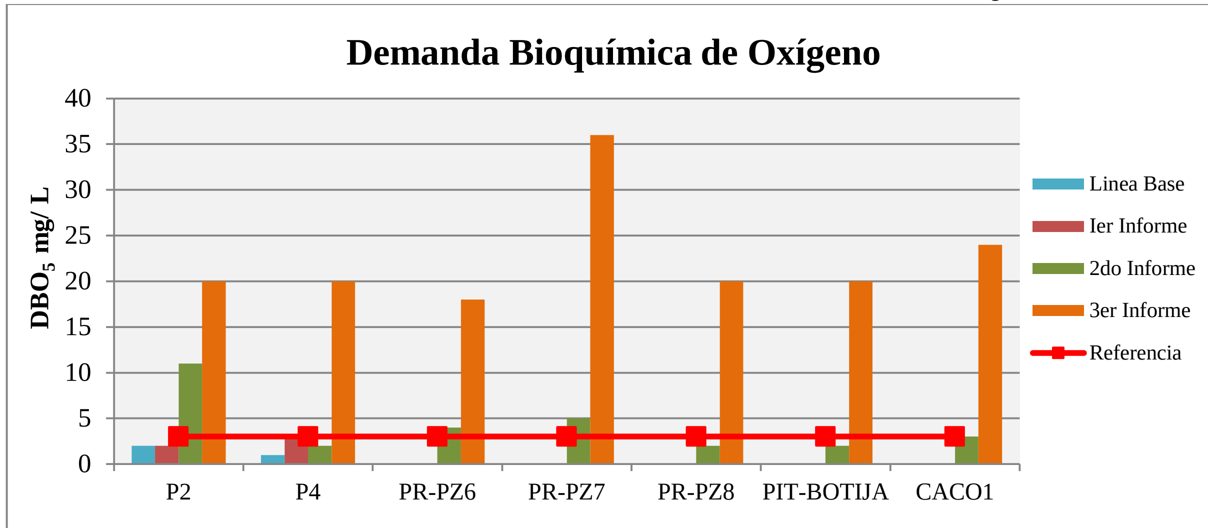
Gráfica 1.5. Valores obtenidos en la concentración de Hierro Disuelto



Fuente: CODESA, 2013.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) (Ver Gráfica 1.6.) presentó un aumento en todos los puntos de muestreo; esto puede atribuirse a las lluvias que se presentaron durante las tomas de muestras de agua que trae un mayor arrastre de materia orgánica (restos de vegetación, excremento de animales o desechos de la vida acuática).

Gráfica 1.6. Valores obtenidos en la concentración de DBO_5



Fuente: CODESA, 2013

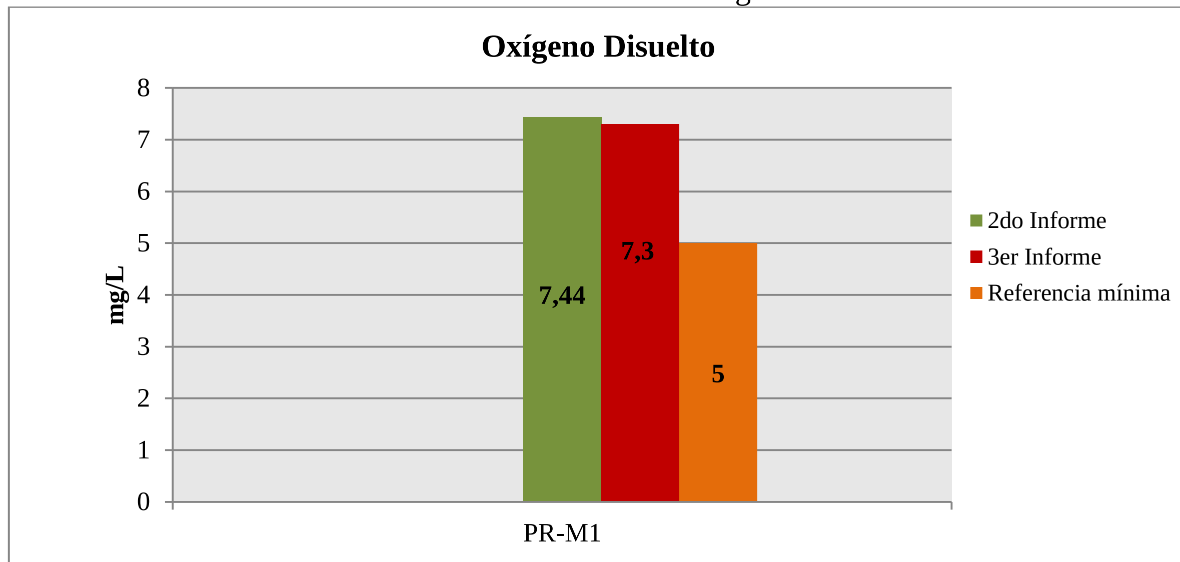
La elevada concentración de Flúor en el Punto PR-PZ8, puede estar influenciada por la corriente marina que se presentó en el lugar al momento de la toma de muestra, ya que el agua de mar contiene elevadas concentraciones de este mineral.

La muestra tomada en el Punto P2 presenta un nivel de detergentes por encima del límite máximo establecido en el Anteproyecto de referencia, puede atribuirse a que en el área se están desarrollando actividades antropogénicas que aportan estas sustancias.

1.7.2. Punto de muestreo de agua de mar (PR-M1)

En el punto de muestreo PR-M1, la concentración de oxígeno disuelto en el agua sobrepasa el límite mínimo que establece el Anteproyecto de referencia, lo cual en este caso es favorable ya que significa que las aguas no están influenciadas por agentes que produzcan contaminación (Ver Gráfica 1.4).

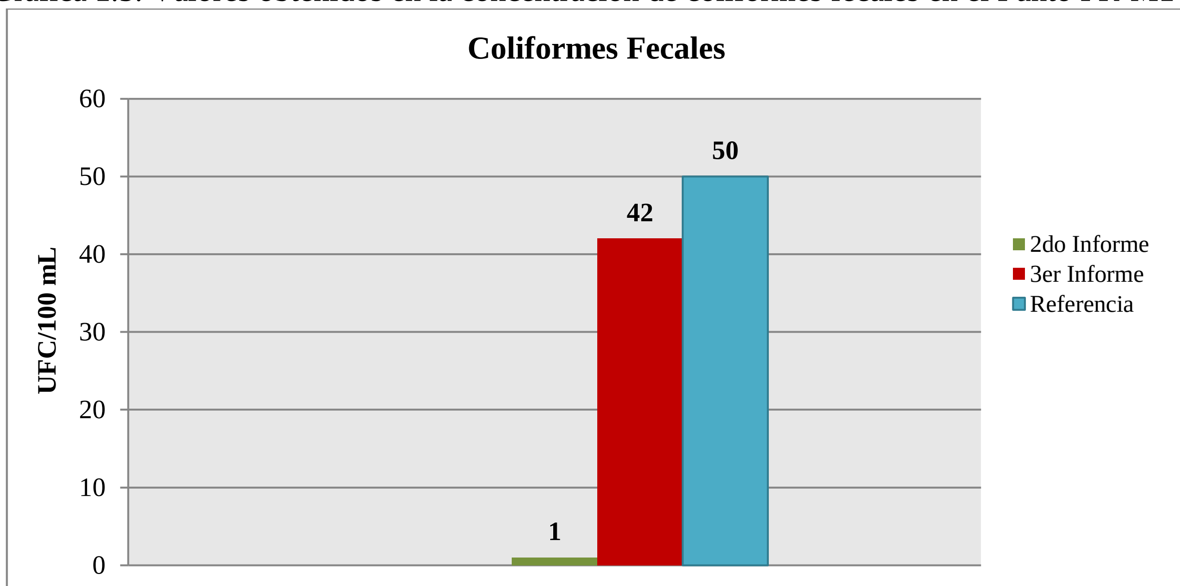
Gráfica 1.4. Valor obtenido en la concentración de oxígeno disuelto en el Punto PR-M1



Fuente: CODESA, 2013.

En la Gráfica 1.5 se puede observar que en el Punto PR-M1 la concentración de coliformes fecales es inferior al límite máximo que establece el Anteproyecto de referencia (<50 UFC/100 mL).

Gráfica 1.5. Valores obtenidos en la concentración de coliformes fecales en el Punto PR-M1



Fuente: CODESA, 2013

La concentración de hidrocarburos totales en la muestra del Punto PR-M1, fue menor que el límite de detección del equipo, es importante destacar que el Módulo Flotante o "Combifloat" cuentan con kits antiderrame y tinas de contención.

Los niveles de nitratos en el Punto PR-M1, se encuentran por encima del límite máximo establecido en el Anteproyecto de referencia, estos valores son el resultado de que la muestra se tomó en el Módulo Flotante o "Combifloat", donde se realizan actividades antropogénicas o por la degradación orgánica.

1.8. Conclusiones

Las medidas de conservación de suelos llevadas a cabo por MPSA en las diferentes áreas del Proyecto, contribuyen a la disminución de la erosión, aportando menos sedimentos a los cuerpos de agua y manteniendo los niveles de turbiedad y sólidos totales disueltos dentro de los límites máximos que establece el Anteproyecto del Decreto Ejecutivo utilizado como referencia para calidad de aguas naturales.

Por otro lado, los coliformes fecales no cumplen con la norma, ya que sobrepasan el límite máximo permisible que establece el Anteproyecto; esta condición pudo ser originada por las lluvias registradas en la zona durante los días anteriores a la toma de la muestra, lo que conlleva a un mayor arrastre de materia orgánica y fecal (producido por la fauna del lugar) hacia los cuerpos de agua. Es importante destacar, que la ejecución del Proyecto no genera aportes de coliformes fecales a los cuerpos de agua colindantes, ya que cuentan con una empresa autorizada, que le brinda el servicio de mantenimiento a los sanitarios y el manejo a los desechos líquidos que se generen.

Los altos niveles de Aluminio (Al), Hierro Disuelto (Fe), Flúor y detergentes pueden ser causados por las lluvias que se presentaron en el lugar y trae un mayor arrastre de sedimentos hacia los cursos de agua; la alta concentración de nitratos es por la degradación orgánica presente en punto de toma de muestra.

1.9. Recomendaciones

- Mantener la gestión interna de los monitoreos que permita evaluar la calidad del agua en la costa, ríos y quebradas que se encuentran en el área del Proyecto.

- Seguir con la implementación de medidas para el control de la erosión y sedimentación, a medida que surjan nuevos frentes de trabajo.

- Continuar con la supervisión de los cuerpos de agua cercanos a las áreas de construcción del Proyecto.

1.10. Bibliografía

- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2011. Resolución DIEORA IA-1210-2011. Proyecto *"Mina de Cobre Panamá"*. República de Panamá.

- Corporación de Desarrollo Ambiental, S.A. 2008. Estudio de Impacto Ambiental Categoría I, Proyecto Campamento Temporal de Minera Panamá, S.A. (Proyecto Cobre).

- Golder Associates. 2010. Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *"Mina de Cobre Panamá"*. República de Panamá.

- Hakanson L., Parparov A., Ostapenia A., Boulion V.V., Hambright K.D. 2000. Development of a system of water quality as a tool for management. Final report to INTAS. Uppsala University, Department of Earth Science: 19, 7-11.

- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). 2007. Anteproyecto de Decreto Ejecutivo de las normas de calidad ambiental para aguas naturales. Panamá. 22 pp.

- MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 1999. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99. AGUA. Calidad de Agua. Toma de Muestra. Resolución N^{o} 596 del 12 de noviembre de 1999. Panamá.

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005.

Anexos

Anexo 1.1.

Imágenes de la toma de muestras de agua superficial





Imágenes 1.1 y 1.2. Toma de muestra en el Punto P2 (0537548 E; 0975943 N)





Imágenes 1.3 y 1.4. Toma de muestra en el Punto P4 (0531890 E; 0975900 N)





Imágenes 1.5 y 1.6. Toma de muestra en el Punto PIT-BOTIJA (0539257 E; 0977542 N)




Imágenes 1.7 y 1.8. Toma de muestra en el Punto CACO1 (0538351 E; 0976701 N)





Imágenes 1.9 y 1.10. Toma de muestra en el Punto PR-PZ6 (0533439 E; 0995712 N)





Imágenes 1.11 y 1.12. Toma de muestra en el Punto PR-PZ7 (0533370 E; 0995712 N)





Imágenes 1.13 y 1.14. Toma de muestra en el Punto PR-PZ8 (0533334 E; 0995644 N)





Imágenes 1.15 y 1.16. Toma de muestra en el Punto PR-M1 (0533237 E; 0996173 N)